

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang diperlukan dan dipakai untuk menganalisis permasalahan dalam penelitian. Bab ini menyajikan beberapa dasar-dasar argumentasi ilmiah yang menjadi tinjauan pustaka pada penelitian ini.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian yang terkait dengan pengendalian kualitas menggunakan metode *Six Sigma* yang telah dilakukan dapat digunakan sebagai referensi penulis dalam melakukan penelitian ini. Penelitian terdahulu digunakan sebagai perbandingan untuk mengetahui perbedaan penelitian ini. Berikut disajikan uraian penelitian terdahulu berkenaan dengan metode *Six Sigma*.

1. Krismasurya (2014), melakukan penelitian tentang *defect* pada proses pembuatan botol plastik 2000 ml yang terjadi pada PT X yang memproduksi minyak goreng. Berdasarkan dari hasil analisis CTQ yang telah dibuat ada beberapa jenis *defect* yang terjadi di mesin *blow molding* ASB 2000 ml yaitu *defect runner*, *defect preform*, dan *defect botol*. Dari hasil perhitungan nilai DPMO dari jenis *defect preform* adalah 67327, 63 dan nilai sigma sebesar 3. Cacat *preform* memiliki tiga penyebab cacat tertinggi yaitu kerusakan komponen di mesin ASB 2000 ml dengan RPN sebesar 648, belum adanya standar untuk *Start Up* mesin dengan RPN sebesar 576, dan kurangnya kesadaran operator terhadap mesin dengan RPN sebesar 504. Perbaikan disarankan untuk mengurangi *defect* berdasarkan nilai RPN (*Risk Priority Number*) dari FMEA (*Failure Mode Effect Analysis*) dengan nilai RPN tertinggi 648 untuk kerusakan komponen di mesin ASB 2000 ml. Berdasarkan analisa yang dilakukan didapat kerusakan komponen diakibatkan umur ekonomis mesin yang sudah habis.
2. Kurniawan dan Khaedir (2014) melakukan penelitian untuk mengurangi tingkat kecacatan pada proses produksi PT Bakrie Pipe Industries. Perusahaan tersebut memproduksi berbagai jenis pipa baja untuk berbagai kebutuhan salah satunya

untuk keperluan konstruksi dan untuk keperluan industri *oil and gas*. Penelitian ini difokuskan pada jenis pipa tipe API (*American Petroleum Institute*) ukuran 14 inci karena memiliki tingkat persentase cacat yang tinggi. Berdasarkan hasil perhitungan sebelum implementasi diperoleh nilai DPMO sebesar 26285 dengan tingkat sigma sebesar 3,44 sigma yang merupakan tingkat sigma yang sangat jauh dari target yaitu 6 sigma. Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan tabel FMEA didapatkan nilai RPN tertinggi pada proses produksi pipa baja API 14 inci adalah pada proses *removing bead* dengan akibat yang terjadi adalah cacat *outer* sehingga diperlukan *rework* yang akan memakan waktu proses produksi dan usulan yang diberikan adalah melakukan *setting* jarak *screw machine* yang optimal sehingga mengurangi cacat *outer*. Usulan-usulan yang diberikan untuk permasalahan-permasalahan yang ada adalah *setting* jarak *screw machine*, perancangan alat bantu yaitu *Roll waterpass*, pembuatan *form monitoring*. Perhitungan kembali dilakukan terhadap hasil implementasi yang telah dilakukan sebagai perbandingan hasil pada sebelum dan sesudah implementasi. Nilai DPMO sesudah implementasi 21662 dengan nilai sigma 3,52 sigma. Dapat dilihat bahwa nilai sigma mengalami peningkatan sebesar 0,8.

- Putri (2010), melakukan penelitian pada PT. TR yang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi produk *shuttlecock*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menurunkan presentase cacat produk *shuttlecock* dengan menggunakan metode *Six Sigma*. Kapabilitas proses dan DPMO dari *defect shuttlecock* dalam penelitian ini sebesar 37922,28 dengan level sigma sebesar 3,28. Hasil dari diagram pareto didapatkan tingkat kecacatan *shuttlecock* yang memberi kontribusi paling besar adalah keseimbangan laju *shuttlecock* goyah atau disebut afkiran.

Perbandingan penelitian terdahulu dengan penelitian sekarang dapat dilihat pada Tabel 2.1 dan Tabel 2.2 berikut ini.

Tabel 2.1 Perbandingan obyek penelitian antara Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

Karakteristik Penelitian	Peneliti			
	Krismasurya (2014)	Khaedir dan Wawan K. (2014)	Putri (2010)	Penelitian ini (2016)
Obyek Penelitian	Botol plastik 2000 ml PT X (Perusahaan Minyak Goreng)	Pipa baja API 14 inci PT Bakrie Pipe Industries pada <i>plant</i> KT-24	Produk <i>shuttlecock</i> pada PT. TR	Kantong Plastik NP24 PT Flamboyan Jaya

Tabel 2.2 Perbandingan variabel & metode penelitian antara Penelitian Terdahulu dan Penelitian Ini

Karakteristik Penelitian	Peneliti			
	Krismasurya (2014)	Khaedir dan Wawan K. (2014)	Putri (2010)	Penelitian ini (2015)
Variabel	Defect pada objek penelitian melebihi batas standar yang ditetapkan perusahaan	Ketidakpuasan konsumen karena banyaknya produk cacat dari objek penelitian karena kapasitas produksi paling besar dibandingkan <i>plant-plant</i> yang lainnya	Persentase produk cacat masih tinggi dan proses produksi berjalan tidak maksimal	Terdapat produk cacat yang tidak sesuai dengan keinginan konsumen yang melebihi batas toleransi perusahaan
Metode Penelitian dan Alat Analisis	<i>Six Sigma</i> , DMAIC, FMEA, Analisis Biaya Penggantian Mesin	<i>Six Sigma</i> , DMAIC, FMEA, Desain Eksperimen	<i>Six Sigma</i> , DMAI, Peta Kontrol, Diagram sebab akibat	<i>Six Sigma</i> , DMAI, Diagram sebab akibat, Peta Kontrol, FMEA

2.2 Kualitas

Hal pertama yang harus diperhatikan untuk memenuhi kepuasan pelanggan yaitu kualitas. Kualitas yang diperhatikan bukan hanya bagaimana akhir dari produk tersebut, tetapi dari keseluruhan komponen didalamnya, baik bahan baku, proses produksi, distribusi, penjaminan produk, dan lainnya. Produk dan jasa yang berkualitas adalah produk dan jasa yang sesuai dengan apa yang diinginkan konsumennya. Kualitas adalah kata yang sering didengar oleh banyak orang dan kualitas memiliki berbagai macam definisi yang berbeda-beda. Berikut ini adalah beberapa definisi kualitas yang muncul dari para ahli, yaitu (Ariani, 2004):

1. Juran (1962) "kualitas adalah kesesuaian dengan tujuan atau manfaatnya".
2. Feigenbaum (1991) "kualitas merupakan keseluruhan karakteristik produk dan jasa yang meliputi *marketing, engineering, manufacture, dan maintenance*, dalam mana produk dan jasa tersebut dalam pemakaiannya akan sesuai dengan kebutuhan dan harapan pelanggan".
3. Goetch dan Davis (1995) "kualitas adalah suatu kondisi dinamis yang berkaitan dengan produk, pelayanan, orang, proses, dan lingkungan yang memenuhi atau melebihi apa yang diharapkan".
4. Perbendaharaan istilah *ISO 8402* dan dari Standar Nasional Indonesia (SNI 19-8402-1991) "kualitas adalah keseluruhan ciri dan karakteristik produk atau jasa yang

kemampuannya dapat memuaskan kebutuhan, baik yang dinyatakan secara tegas maupun tersamar. Istilah kebutuhan diartikan sebagai spesifikasi yang tercantum dalam kontrak maupun kriteria-kriteria yang harus didefinisikan terlebih dahulu”.

2.3 Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dapat didefinisikan sebagai suatu sistem yang digunakan untuk menjaga kualitas barang atau jasa agar berada pada tingkat kualitas yang diharapkan (Samadhi, 2008). Pengendalian kualitas juga disimpulkan sebagai alat yang penting bagi manajemen untuk memperbaiki kualitas produk bila diperlukan mempertahankan kualitas yang sudah tinggi dan mengurangi jumlah barang yang rusak (Reksohadiprodjo dan Sudarmo, 2000). Kegiatan pengendalian dilaksanakan dengan cara memonitor keluaran (*output*), membandingkan dengan standar, menafsirkan perbedaan-perbedaan dan mengambil tindakan-tindakan untuk menyesuaikan kembali proses-proses itu sehingga sesuai dengan standar. Menurut Assauri (2008) pengendalian kualitas adalah agar spesifikasi produk yang telah ditetapkan sebagai standar dapat tercermin dalam produk atau hasil akhir. Tujuan dari pengendalian kualitas adalah sebagai berikut:

1. Agar barang yang diproduksi dapat mencapai standar kualitas yang ditetapkan.
2. Mengusahakan agar biaya inspeksi menjadi sekecil mungkin.
3. Mengusahakan agar biaya desain dari produk dan proses dengan menggunakan kualitas produksi tertentudapat menjadi sekecil mungkin.
4. Mengusahakan agar biaya produksi serendah mungkin.

2.4 Six Sigma

Six Sigma adalah suatu alat manajemen baru yang digunakan untuk mengganti *Total Quality Management (TQM)*, sangat terfokus terhadap pengendalian kualitas dengan mendalami sistem produksi perusahaan secara keseluruhan. *Six Sigma* didefinisikan sebagai metode peningkatan proses bisnis yang bertujuan untuk menemukan dan mengurangi faktor-faktor penyebab kecacatan atau kesalahan dan dapat membantu perusahaan untuk mencapai tingkat kegagalan produk nol (*zero defect*). Definisi *Six Sigma* Motorola (*Motorola's Six Sigma*) merupakan suatu metode atau teknik pengendalian dan peningkatan kualitas dramatik yang diterapkan perusahaan Motorola sejak tahun 1986 (Gaspersz, 2002). Istilah *Six Sigma* diambil dari huruf abjad Yunani (σ) yang digunakan untuk menggambarkan variabilitas dan memiliki target 3,4 *Defect Per Million*

Opportunities (DPMO) yang diinterpretasikan dalam satu unit produk tunggal terdapat rata-rata kesempatan untuk gagal dari suatu karakteristik CTQ (*Critical To Quality*) adalah hanya 3,4 kegagalan per satu juta kesempatan (Gaspersz, 2002). Konversi *yield* ke DPMO dan level sigma dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut.

Tabel 2.3 Konversi Nilai *Yield* ke DPMO

<i>Yield</i> (probabilitas tanpa cacat)	DPMO (<i>defect per million opportunity</i>)	Level sigma
30,9 %	690.000	1
62,9 %	308.000	2
93,3 %	66.800	3
99,4 %	6.210	4
99,98 %	320	5
99,9997 %	3,4	6

Sumber: Gaspersz, 2002

Terdapat enam aspek kunci yang perlu diperhatikan dalam aplikasi konsep *Six Sigma* (Gaspersz, 2002), yaitu:

1. Identifikasi pelanggan.
2. Identifikasi produk.
3. Identifikasi kebutuhan dalam memproduksi produk untuk pelanggan.
4. Definisi proses.
5. Menghindari kesalahan dalam proses dan menghilangkan semua pemborosan yang ada.
6. Tingkatkan proses secara terus-menerus menuju target *Six Sigma*.

2.4.1 Siklus DMAIC Pada *Six Sigma*

Program peningkatan kualitas *Six Sigma* dapat dilaksanakan menggunakan pendekatan DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve, dan Control*). DMAIC merupakan proses sistematis dan mengacu pada fakta untuk melakukan perbaikan terus menerus dengan mengurangi kecacatan menuju target *Six Sigma* (Gaspersz, 2002).

2.4.1.1 Tahap *Define*

Tahap *Define* (D) merupakan langkah operasional pertama dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Menurut Gaspersz (2002) terdapat beberapa aktivitas utama yang dilakukan pada tahap *define*, antara lain:

1. Mendefinisikan kriteria pemilihan proyek *Six Sigma*.

Dalam kriteria pemilihan ini ditetapkan berdasarkan prioritas utama tentang masalah kualitas yaitu tingginya tingkat kecacatan produk yang melebihi batas toleransi

perusahaan. Dalam mendefinisikan kebutuhan spesifik dari pelanggan, dilakukan berdasarkan persyaratan dari *output* yang nantinya didefinisikan melalui karakteristik kualitas yang selanjutnya akan menjadi *Critical To Quality* (CTQ).

2. Mengidentifikasi proses kunci dalam proyek *Six Sigma*.

Selanjutnya mengidentifikasi dan memilih karakteristik kualitas (*Critical To Quality*) dalam suatu produk. *Critical To Quality* adalah persyaratan-persyaratan yang dikehendaki oleh pelanggan (Pande, 2002). CTQ adalah karakteristik kunci yang berasal dari *voice of customer* dan menjadi pedoman dalam pendefinisian kualitas produk sehingga memenuhi harapan dari konsumen atau pelanggan. CTQ pada penelitian ini ditetapkan berdasarkan proses kunci pada pembuatan kantong plastik yang mempengaruhi kriteria kualitas produk secara visual dan memiliki kesempatan besar dalam peningkatan kualitas.

3. Mendefinisikan tujuan proyek *Six Sigma*.

2.4.1.2 Tahap *Measure*

Tahap *Measure* (M) merupakan langkah operasional kedua dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*. Hasil pengukuran ini sangat penting peranannya dalam meningkatkan kualitas yang menunjukkan kemampuan proses perusahaan saat ini dan dijadikan tolak ukur perusahaan dalam melakukan tindakan perbaikan. Selain itu pada tahap *measure* dilakukan pengukuran yang dilakukan pada tingkat *output* dengan menggunakan *tools of quality*. Dan juga melakukan pengukuran *baseline* kinerja produk yang didasarkan pada pengumpulan data observasi. Berikut ini merupakan langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mengetahui tingkat kinerja perusahaan saat ini adalah sebagai berikut:

- a. Melakukan pengukuran kinerja proses dengan menggunakan peta kontrol
- b. Melakukan perhitungan *Defect Per Million Opportunity* (DPMO) dan level sigma.
- c. Melakukan perhitungan kapabilitas proses.

2.4.1.2.1 Perhitungan DPMO dan Level Sigma

Beberapa perhitungan yang berkaitan dengan metode DMAIC adalah sebagai berikut:

1. *Defect Per Opportunity* (DPO)

Defect Per Opportunity merupakan suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per satu kesempatan. DPO dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPO = \frac{\text{banyak produk cacat}}{\text{jumlah produk yang diproduksi} \times CTQ} \quad (2-1)$$

(Gaspersz, 2002)

2. Defect per Million Opportunities (DPMO)

DPMO merupakan suatu ukuran kegagalan yang menunjukkan banyaknya cacat atau kegagalan per sejuta kesempatan. DPMO dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$DPMO = DPO \times 1.000.000 \quad (2-2)$$

(Gaspersz, 2002)

3. Perhitungan level sigma dengan *microsoft excel* menggunakan persamaan:

$$\text{Level sigma} = \text{normsinv} \left(\frac{1.000.000 - DPMO}{1.000.000} \right) + 1,5 \quad (2-3)$$

(Gaspersz, 2002)

2.4.1.2.2 Perhitungan Nilai Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah suatu studi keteknikan guna mengetahui seberapa baik proses dapat memproduksi produk yang bebas dari cacat.

1. Indeks Kapabilitas proses berdasarkan data atribut

Indeks kapabilitas proses (C_p) adalah indeks yang menunjukkan kemampuan proses dapat menghasilkan produk atau *output* sesuai dengan spesifikasi. Untuk mendapatkan indeks kapabilitas proses untuk data atribut adalah dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$C_p = \frac{\text{level sigma}}{3} \quad (2-4)$$

(Park, 2003)

Kriteria penilaian C_p adalah sebagai berikut (Gaspersz, 2002):

- a. Jika $C_p \geq 2$ maka kapabilitas proses sangat baik dan mampu memenuhi spesifikasi target kualitas yang telah ditetapkan.
- b. Jika $1,00 \leq C_p \leq 1,99$ maka kapabilitas proses cukup mampu sehingga perlu peningkatan proses secara berkelanjutan guna menuju target kegagalan nol (*zero defect*).
- c. Jika $C_p < 1,00$ maka kapabilitas proses rendah dan sangat tidak mampu untuk mencapai target kualitas pada tingkat kegagalan nol.

2.4.1.3 Tahap *Analyze*

Tahap *analyze* (A) merupakan langkah operasional ketiga dalam program peningkatan kualitas *Six sigma*. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui lebih jauh mengenai proses dan mengidentifikasi solusi terbaik untuk perbaikan sistem. Alat yang akan digunakan dalam melakukan analisis bergantung pada masalah serta proses dan bagaimana cara pendekatan masalah yang dilakukan. Pada tahap ini perlu dilakukan beberapa hal berikut (Gaspersz, 2002):

1. Menentukan stabilitas dan kapabilitas atau kemampuan dari proses.
2. Mengidentifikasi faktor-faktor dan akar penyebab kegagalan.
3. Menentukan permasalahan yang menjadi prioritas untuk diberikan rencana perbaikan.

2.4.1.4 Tahap *Improve*

Tahap *improve* (I) merupakan salah satu aktivitas penting dalam program peningkatan kualitas *Six Sigma*, yang berarti dalam hal ini harus memuluskan apa yang harus dicapai (berkaitan dengan tujuan yang ditetapkan), alasan kegunaan (mengapa) rencana tindakan tersebut harus dilakukan, siapa yang bertanggung jawab atas tindakan tersebut, bagaimana melaksanakan rencana tindakan tersebut, dan berapa besar biaya yang dibutuhkan, serta manfaat positif apa yang diterima dari implementasi rencana tersebut (Gaspersz, 2002).

2.4.1.5 Tahap *Control*

Control (C) merupakan tahap operasional terakhir dalam upaya peningkatan kualitas berdasarkan *Six Sigma* (Gaspersz, 2002). Pada tahap ini hasil peningkatan kualitas didokumentasikan dan disebarluaskan, praktik-praktik terbaik yang sukses dalam peningkatan proses distandarisasi dan disebarluaskan, prosedur didokumentasi dan dijadikan sebagai pedoman standar serta kepemilikan atau tanggung jawab ditransfer dari tim kepada pemilik atau penanggung jawab proses.

Hasil-hasil yang memuaskan dari proyek peningkatan kualitas *Six Sigma* harus distandarisasikan dan selanjutnya dilakukan peningkatan terus-menerus pada jenis masalah yang lain mengikuti konsep DMAIC. Standarisasi dimaksudkan untuk mencegah masalah yang sama dan praktek-praktek lama terulang kembali. Terdapat dua alasan melakukan standarisasi, yaitu:

1. Setelah periode waktu tertentu, dikhawatirkan manajemen dan karyawan akan kembali menggunakan cara-cara kerja lama sehingga memunculkan kembali masalah yang sudah pernah diselesaikan tersebut.
2. Terdapat kemungkinan apabila terjadi pergantian manajemen dan karyawan, orang-orang baru akan menggunakan cara-cara kerja yang dapat memunculkan kembali masalah yang sudah pernah diatasi oleh manajemen dan karyawan terdahulu.

Berdasarkan uraian diatas, standarisasi sangat diperlukan sesuai dengan konsep pengendalian kualitas yang berorientasi pada strategi pencegahan (*Strategy Of Prevention*), bukan hanya berorientasi pada strategi pendeteksian (*Strategy Of Detection*) saja. Pendokumentasian praktek-praktek kerja standar juga bermanfaat sebagai bahan dalam proses belajar terus-menerus, baik bagi karyawan baru maupun karyawan lama. Demikian pula dokumentasi tentang praktik-praktik standar dan solusi masalah yang pernah dilakukan akan menjadi sumber informasi yang berguna untuk mempelajari masalah-masalah kualitas di masa mendatang sehingga tindakan peningkatan kualitas yang efektif dapat dilakukan.

2.5 Pengendalian Proses Statistik

Pengendalian proses statistik (SPC) adalah sebuah alat yang digunakan untuk pemecahan masalah dalam mencapai stabilitas proses dan meningkatkan kapabilitas dengan mereduksi variasi yang terjadi, hal ini dikarenakan terdapat prinsip yang mendasar, mudah digunakan, memiliki dampak yang signifikan, dan dapat diterapkan pada setiap proses (Montgomery, 2009). Terdapat tujuh alat utama yang lebih dikenal dengan the *magnificent seven* atau *seven tools*, yaitu (Montgomery, 2009):

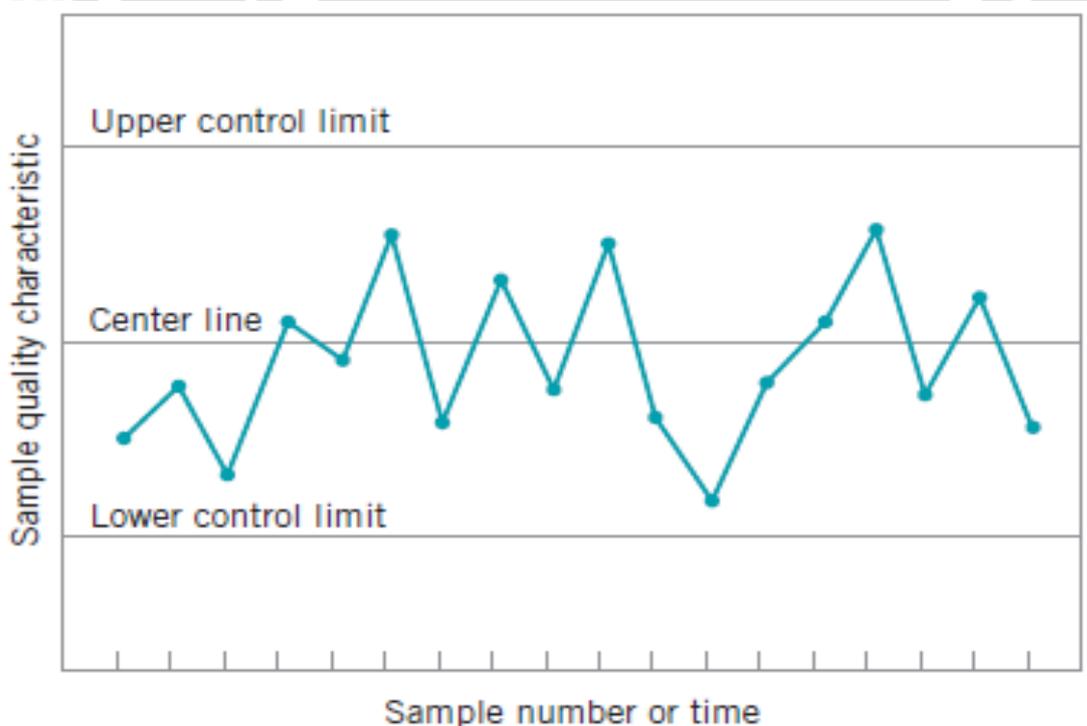
- | | |
|--------------------------|--|
| 1. Histogram | 5. <i>Defect Concentration Diagram</i> |
| 2. <i>Check Sheet</i> | 6. <i>Scatter Diagram</i> |
| 3. <i>Diagram Pareto</i> | 7. <i>Control Chart</i> |
| 4. Diagram Sebab-Akibat | |

Pada penelitian ini *seven tools* yang digunakan hanya *control chart* dan diagram sebab-akibat yang akan dijelaskan pada sub-subbab berikutnya.

2.5.1 Peta Kontrol (*Control Chart*)

Menurut (Montgomery, 2009), *control chart* adalah tampilan grafis dari karakteristik kualitas yang telah diukur atau dihitung dari sampel yang tersedia. Terdapat tiga batas yang

umum digunakan dan dilambangkan dengan garis secara *horizontal* yaitu garis pusat (*Center Line*), batas kendali atas (*Upper Control Limit*), dan batas kendali bawah (*Lower Control Limit*). Cara membaca peta kontrol ini yaitu selama plot poin berada didalam batas kendali, maka proses ini diasumsikan berada pada batas kendali dan belum diperlukannya suatu penanganan atau disebut penyebab umum. Ketika plot berada diluar batas kendali baik atas maupun bawah, maka diperlukan tindakan perbaikan pada aspek yang dinilai tidak sesuai dengan sistem atau biasa disebut penyebab khusus. Peta kendali merupakan suatu alat pengendalian proses yang bertujuan untuk menentukan suatu proses berada dalam pengendalian statistik, memantau terus-menerus agar proses stabil secara statistik dan hanya mengandung variasi penyebab umum, serta menentukan kemampuan proses (*capability process*). Berikut ini merupakan contoh gambar peta kendali yang digunakan dalam pengendalian kualitas yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Contoh Peta Kontrol
Sumber: Montgomery, 2009

2.5.1.1 Peta Kontrol untuk Data Atribut

Data atribut merupakan data kualitatif yang dapat dihitung untuk pencatatan dan analisis. Atribut dalam pengendalian kualitas menunjukkan karakteristik kualitas yang sesuai dengan spesifikasi. Atribut digunakan apabila ada pengukuran yang tidak memungkinkan untuk dilakukan, misalnya goresan, kesalahan warna atau ada bagian yang

hilang (Ariani, 2004). Selain itu atribut digunakan apabila pengukuran dapat dibuat tetapi tidak dibuat karena alasan waktu, biaya atau kebutuhan.

Peta kontrol untuk data atribut dapat membantu mengidentifikasi akar permasalahan baik pada tingkat umum maupun pada tingkat yang lebih mendetail. Sementara itu, peta pengendali kualitas proses statistik untuk data variabel biasanya digunakan untuk menentukan alasan khusus pada situasi *out of statistical control* (Ariani, 2004). Yang termasuk dalam peta kontrol atribut adalah sebagai berikut:

1. Peta kontrol p (*p chart*)
Untuk menghitung proporsi item yang tidak memenuhi syarat. Jumlah sampel n dalam subgrup tidak harus konstan.
2. Peta kontrol np (*np chart*)
Untuk mengetahui jumlah item yang tidak memenuhi syarat dan jumlah sampel n harus konstan.
3. Peta kontrol c (*c chart*)
Untuk mengontrol terjadinya ketidaksesuaian (cacat) unit produk jumlah sampel n harus konstan.
4. Peta kontrol u (*u chart*)
Menunjukkan jumlah cacat persatuan (luas, panjang, berat, waktu). Penggunaannya sama dengan peta kontrol c tetapi jumlah sampel n tidak harus sama.

2.5.1.1.1 Peta Kontrol P (*P-Chart*)

Peta kontrol ini digunakan untuk mengetahui proporsi kesalahan atau cacat pada sampel atau sub kelompok untuk setiap kali melakukan observasi (Ariani, 2004).

$$1. \quad p = \frac{x}{n} \quad (2-4)$$

(Ariani, 2004)

dimana:

p = proporsi kesalahan dalam setiap sampel

x = banyaknya produk yang salah dalam setiap sampel

n = banyaknya sampel yang diambil dalam setiap inspeksi

2. Garis pusat (*Center Line*) peta pengendali proporsi kesalahan ini adalah:

$$P = GP \quad p = CL = \frac{\sum_{i=1}^g p_i}{g} = \frac{\sum_{i=1}^g x_i}{n.g} \quad (2-5)$$

(Ariani, 2004)

dimana:

P = Garis pusat peta pengendali proporsi kesalahan

Pi = Proporsi kesalahan setiap sampel atau sub kelompok dalam setiap observasi

n = Banyaknya sampel yang diambil setiap kali observasi

g = Banyaknya observasi yang dilakukan

3. Sedangkan batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB) untuk peta pengendali proporsi kesalahan tersebut (untuk 3 sigma) adalah:

$$BKA = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} \quad (2-6)$$

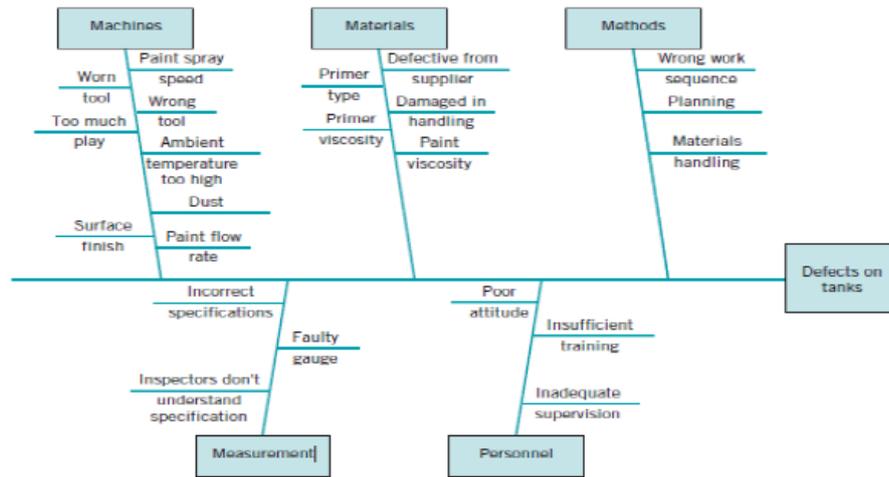
$$BKB = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{ni}} \quad (2-7)$$

(Ariani, 2004)

2.5.2 Diagram Sebab Akibat

Diagram sebab akibat atau sering disebut diagram tulang ikan (*Fishbone Diagram*). Alat ini dikembangkan pertama kali pada tahun 1950 oleh seorang pakar kualitas Jepang, yaitu Dr. Kaoru Ishikawa. Diagram sebab akibat digunakan untuk mengidentifikasi dan menganalisa suatu proses atau situasi dan menemukan kemungkinan penyebab suatu persoalan atau masalah yang terjadi (Montgomery, 2009). Diagram ini menggambarkan garis dan simbol-simbol yang menunjukkan hubungan antara akibat dan penyebab suatu masalah. Faktor-faktor yang menimbulkan akibat yang mempengaruhi karakteristik kualitas yaitu *man, material, method, machine* dan *environment*.

Dari sumber-sumber utama tersebut diturunkan menjadi beberapa sumber yang lebih kecil dan mendetail. Untuk mencari berbagai penyebab tersebut dapat digunakan teknik *brainstorming* dari seluruh personil yang terlibat dalam proses yang sedang dianalisis. Berikut ini merupakan contoh dari diagram sebab akibat yang ditunjukkan pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Diagram Sebab Akibat
Sumber: Montgomery, 2009

Selain digunakan untuk mencari penyebab utama suatu masalah, diagram sebab akibat juga dapat digunakan untuk mencari penyebab minor yang merupakan bagian dari penyebab utamanya. Penerapan diagram sebab akibat lainnya misalnya dalam menghitung banyaknya penyebab kesalahan yang mengakibatkan terjadinya suatu masalah, menganalisis penyebaran pada masing-masing penyebab masalah, dan menganalisis proses. Untuk menghitung penyebab kesalahan dilakukan dengan mencari akibat terbesar dari suatu masalah dari akibat tersebut dijabarkan dalam beberapa penyebab utama, lalu dicari masing-masing penyebabnya secara mendetail.

2.5.3 Checklist

Checklist adalah daftar (*list*) mengenai hal-hal yang harus diperiksa (*check*) untuk membantu pekerjaan yang memiliki detail yang harus dikerjakan dalam jumlah yang banyak dan rumit. *Checklist* adalah suatu alat observasi yang ditujukan untuk memperoleh data, berbentuk daftar berisi faktor-faktor berikut subyek yang ingin diamati, dimana dalam pelaksanaan observasi di lapangan hanya memberi tanda *check* atau centang pada *list* faktor-faktor sesuai dengan perilaku subyek yang muncul di lembar observasi (Yanuar, 2012).

Checklist merupakan suatu pencatatan yang bersifat sangat selektif karena berisi suatu daftar kriteria yang spesifik dan dibatasi pada hal-hal tertentu yang dapat diamati dan harus dijawab dengan iya atau tidak. *Checklist* biasanya digunakan bersama-sama dengan metode pencatatan lain agar dapat mendokumentasikan dengan baik hal yang spesifik tersebut. Fungsi *checklist* adalah sebagai alat pencatat hasil observasi terhadap subyek

tertentu yang ingin diamati. Berikut ini merupakan contoh *checklist* yang ditunjukkan oleh Gambar 2.3.

Goldenbug Ltd					
Checklist for requirement specification report					
Project name: _____					
The reviewed document: _____ Version: _____					
Item no.	Subject	Yes	No	N.A.*	Comments
1	The document				
1.1	Prepared according to configuration management requirements				
1.2	Structure conforms to the relevant template				
1.3	Reviewed document is complete				
1.4	Proper references to former documents, standards, etc.				
2	Specifying the requirements				
2.1	Required functions were properly defined and clearly and fully phrased				
2.2	Designed inputs conform with required outputs				
2.3	Software requirement specifications conform with product requirements				
2.4	Required interfaces with external software packages and computerized equipment are fully defined and clearly phrased				
2.5	GUI interfaces are fully defined and clearly phrased				

Gambar 2.3 Contoh *checklist*
Sumber: Yanuar (2012)

2.6 Failure Mode And Effect Analysis (FMEA)

FMEA adalah suatu cara dimana suatu bagian atau suatu proses yang mungkin gagal memenuhi suatu spesifikasi, menciptakan ketidaksesuaian dan dampaknya pada pelanggan bila mode kegagalan itu tidak dicegah atau dikoreksi (Gaspersz, 2002). FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk menganalisis dan menemukan:

1. Semua kegagalan-kegagalan yang potensial terjadi pada suatu sistem.
2. Efek-efek dari kegagalan ini yang terjadi pada sistem dan bagaimana cara untuk memperbaiki atau meminimalis kegagalan-kegagalan atau efek-efeknya pada sistem (perbaikan dan minimalis yang dilakukan biasanya berdasarkan pada sebuah rangking dari *severity* dan *probability* dari kegagalan).

Proses FMEA merupakan sebuah teknik analisa yang digunakan oleh tim *manufacturing* yang bertanggung jawab untuk meyakinkan bahwa untuk memperluas kemungkinan cara-cara kegagalan dan mencari penyebab yang berkaitan yang telah dipertimbangkan kedalam bentuk *form* yang tepat, sebuah FMEA merupakan ringkasan dari pemikiran tim *engineering* (termasuk analisis dari item-item yang dapat berjalan tidak sesuai dengan keinginan berdasarkan pengalaman dan pemikiran masa lalu) sebagaimana proses dikembangkan (Lange, 2011). Proses FMEA terdiri atas:

1. Mengidentifikasi produk yang potensial yang berkaitan dengan cara-cara kegagalan proses.
2. Memperkirakan efek bagi konsumen yang potensial yang disebabkan oleh kegagalan.
3. Mengidentifikasi sebab-sebab yang potensial pada proses perakitan dan mengidentifikasi variable-variabel pada proses yang berguna untuk memfokuskan pada pengendalian untuk mengurangi kegagalan atau mendeteksi keadaan-keadaan kegagalan.
4. Mengembangkan sebuah daftar peringkat dari cara-cara kegagalan yang potensial, ini menetapkan sebuah sistem prioritas sebagai pertimbangan untuk melakukan tindakan perbaikan.
5. Mendokumentasikan hasil-hasil dari proses produksi atau perakitan.

Metodologi *Risk Priority Number* (RPN) merupakan sebuah teknik untuk menganalisis resiko yang berkaitan dengan masalah-masalah yang potensial yang telah diidentifikasi selama pembuatan FMEA. Sebuah FMEA dapat digunakan untuk mengidentifikasi cara-cara kegagalan yang potensial untuk sebuah produk atau proses. Metode RPN kemudian memerlukan analisis dari tim untuk menggunakan pengalaman masa lalu dan keputusan *engineering* untuk memberikan peringkat pada setiap potensial masalah menurut *rating* skala berikut:

1. *Severity* merupakan langkah pertama untuk menganalisa resiko yaitu menghitung seberapa besar dampak atau intensitas kejadian mempengaruhi *output* proses.

Tabel 2.4 Skala penilaian *severity*

Rangking	Kriteria
1	<i>Negilible Severity</i> (pengaruh buruk yang dapat diabaikan). Manajemen tidak perlu memikirkan bahwa akibat ini akan berdampak pada kinerja produk. Pengguna akhir mungkin tidak akan memperhatikan kecacatan atau kegagalan ini.
2 3	<i>Mild Severity</i> (pengaruh buruk yang ringan/sedikit). Akibat yang ditimbulkan hanya bersifat ringan. Pengguna akhir tidak akan merasakan perubahan kinerja. Perbaikan dapat dikerjakan pada saat pemeliharaan reguler (<i>reguler maintenance</i>).
4 5 6	<i>Moderate Severity</i> (pengaruh buruk yang moderat). pengguna akhir akan merasakan penurunan kinerja atau penampilan, namun masih berada dalam batas toleransi. Perbaikan yang dilakukan tidak akan mahal, jika terjadi <i>downtime</i> hanya dalam waktu singkat.
7 8	<i>High Severity</i> (pengaruh buruk yang tinggi). Pengguna akhir akan merasakan akibat buruk yang tidak dapat diterima, berada diluar batas toleransi. Akibat akan terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. <i>Downtime</i> akan berakibat biaya yang sangat mahal. Penurunan kinerja dalam area yang berkaitan dengan peraturan pemerintah, namun tidak berkaitan dengan keamanan dan keselamatan.
9 10	<i>Potential Safety Problem</i> (masalah keselamatan/keamanan potensial). Akibat yang ditimbulkan sangat berbahaya yang dapat terjadi tanpa pemberitahuan atau peringatan terlebih dahulu. Bertentangan dengan hukum.

Sumber: Gaspersz, 2002

2. *Occurance* adalah kemungkinan bahwa penyebab tersebut akan terjadi dan menghasilkan bentuk kegagalan selama masa penggunaan produk.

Tabel 2.5 Skala penilaian *occurance*

Rangking	Kriteria	Defect
1	Tidak mungkin bahwa penyebab ini yang mengakibatkan mode kegagalan	1 dalam 1.000.000
2	Kegagalan akan jarang terjadi	1 dalam 20.000
3		1 dalam 4.000
4	Kegagalan agak mungkin terjadi	1 dalam 1.000
5		1 dalam 400
6		1 dalam 80
7	Kegagalan sangat mungkin terjadi	1 dalam 40
8		1 dalam 20
9	Hampir dapat dipastikan bahwa kegagalan akan terjadi	1 dalam 8
10		1 dalam 2

Sumber: Gaspersz, 2002

3. *Detection* adalah pengukuran terhadap kemampuan mengendalikan atau mengontrol kegagalan yang dapat terjadi.

Tabel 2.5 Skala penilaian *detectability*

Rangking	Kriteria	Detection
1	Metode pencegahan atau deteksi sangat efektif. Spesifikasi akan dapat dipenuhi secara konsisten.	Hampir Pasti
2	Kemungkinan kecil bahwa spesifikasi tidak akan terpenuhi	Sangat Tinggi
3		Tinggi
4	Kemungkinan bersifat moderat. Metode pencegahan atau deteksi masih memungkinkan kadang-kadang spesifikasi itu tidak terpenuhi.	Agak Tinggi
5		Sedang
6		Rendah
7	Kemungkinan bahwa spesifikasi produk tidak dapat dipenuhi masih tinggi. Metode pencegahan atau deteksi kurang efektif	Sangat Rendah
8		Jarang
9	Kemungkinan bahwa spesifikasi produk tidak dapat dipenuhi sangat tinggi. Metode pencegahan atau deteksi tidak efektif.	Sangat Jarang
10		Hampir Tidak Mungkin

Sumber: Gaspersz, 2002

Setelah pemberian rating dilakukan, nilai RPN dari setiap penyebab kegagalan dihitung dengan rumus:

$$RPN = Severity (S) \times Occurance (O) \times Detection (D) \quad (2-8)$$

(Gaspersz, 2002)

Nilai RPN dari setiap masalah yang potensial dapat digunakan untuk membandingkan penyebab-penyebab yang teridentifikasi selama dilakukan analisis. Pada umumnya RPN

jatuh diantara batas yang ditentukan, tindakan perbaikan dapat diusulkan atau dilakukan untuk mengurangi resiko. Ketika menggunakan teknik *risk assessment* sangat penting untuk mengingat bahwa tingkat RPN adalah relatif terhadap analisis tertentu (dilakukan dengan sebuah set skala peringkat yang umum dan analisis tim yang berusaha untuk membuat peringkat yang konsisten untuk semua penyebab masalah yang teridentifikasi selama melakukan analisis). Untuk itu sebuah RPN di dalam suatu analisis dapat dibandingkan dengan RPN yang lainnya di dalam analisis yang sama, tapi tidak dapat dibandingkan terhadap RPN didalam suatu analisis yang lain.

Secara umum, analisis FMEA dipengaruhi oleh tim yang bekerja secara *cross function* pada tahap yang bervariasi pada waktu desain, proses pengembangan dan perkaitan dan pada umumnya terdiri dari:

1. *Item/Process*: mengidentifikasi item atau proses yang akan menjadi subyek dari analisis. Termasuk beberapa penyelidikan terhadap desain dan karakteristik-karakteristik reliabilitas.
2. *Failures*: mengidentifikasi kegagalan yang diketahui dan potensial yang dapat mencegah atau menurunkannya kemampuan dari item atau proses untuk bekerja sesuai dengan fungsinya.
3. *Failures effect*: mengidentifikasi efek-efek yang diketahui dan potensial yang mungkin muncul dari setiap kegagalan yang terjadi.
4. *Failures cause*: mengidentifikasi penyebab yang diketahui dan potensial untuk penyebab kegagalan.

2.7 Maintenance

Menurut Assauri (2008), *maintenance* atau pemeliharaan adalah kegiatan untuk memelihara atau menjaga fasilitas atau peralatan pabrik dan mengadakan perbaikan atau penyesuaian atau penggantian yang diperlukan agar terdapat suatu keadaan operasi produksi yang memuaskan sesuai dengan apa yang direncanakan. Berikut ini merupakan tujuan utama dari *maintenance* adalah:

1. Kemampuan produksi dapat memenuhi kebutuhan sesuai dengan rencana produksi.
2. Menjaga kualitas pada tingkat yang tepat untuk memenuhi apa yang dibutuhkan oleh produk dan kegiatan produksi tidak terganggu.
3. Untuk membantu mengurangi pemakaian dan penyimpangan yang diluar batas dan menjaga modal yang diinvestasikan dalam perusahaan selama waktu yang ditentukan sesuai dengan kebijakan perusahaan mengenai investasi tersebut.

4. Untuk mencapai tingkat biaya pemeliharaan serendah mungkin dengan melaksanakan kegiatan *maintenance* secara efektif dan efisien.

Jenis-jenis *maintenance* dibedakan menjadi dua yaitu *preventive maintenance* dan *corrective maintenance*. Berikut ini merupakan penjelasan dari kedua macam *maintenance* adalah:

1. *Preventive maintenance*

Menurut Assauri (2008), *preventive maintenance* adalah kegiatan perawatan yang dilakukan untuk mencegah timbulnya kerusakan dan menemukan kondisi yang dapat menyebabkan fasilitas atau mesin produksi mengalami kerusakan waktu melakukan kegiatan produksi. *Preventive maintenance* yang dilakukan oleh perusahaan dibedakan menjadi dua yaitu *routine maintenance* dan *periodic maintenance*. *Routine maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara rutin misalnya setiap hari. *Periodic maintenance* adalah kegiatan pemeliharaan dan perawatan yang dilakukan secara berkala dalam jangka waktu tertentu misalnya satu minggu sekali. Perawatan dilakukan untuk memperpanjang siklus hidup dari tiap peralatan hingga maksimum. *Preventive maintenance* dapat menyediakan keuntungan yang besar, dan jika dapat diaplikasikan dengan baik dapat mencegah kegagalan, mengurangi biaya dan *downtime*, dan meningkatkan produktifitas serta keuntungan.

2. *Corrective maintenance*

Menurut Assauri (2008), *corrective maintenance* merupakan kegiatan perawatan yang dilakukan setelah mesin atau fasilitas mengalami kerusakan ataupun gangguan. Dalam hal ini kegiatan *corrective maintenance* bersifat perbaikan yaitu menunggu sampai kerusakan terjadi terlebih dahulu, kemudian baru diperbaiki agar dapat beroperasi kembali. Dalam hal ini, kegiatan *corrective maintenance* sering disebut dengan kegiatan reparasi atau perbaikan. Tindakan perawatan ini bertujuan untuk mencegah terjadinya kerusakan yang sama. Prosedur ini ditetapkan pada peralatan atau mesin yang sewaktu-waktu dapat terjadi kerusakan.

2.7.1 *Mean Time to Failure (MTTF)* dan *Mean Time to Repair (MTTR)*

Menurut Kostas (1981) dalam Revitasari (2015), *Mean Time to Failure (MTTF)* adalah rata-rata interval waktu kerusakan yang terjadi saat mesin selesai diperbaiki sampai mesin tersebut mengalami kerusakan kembali. *Mean Time to Repair (MTTR)* merupakan waktu rata-rata dari interval waktu untuk melakukan perbaikan yang dibutuhkan oleh suatu

komponen atau sistem. Berikut ini merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung MTTF dan MTTR adalah:

1. MTTF

Perhitungan nilai MTTF menggunakan persamaan (2-9) sebagai berikut:

$$MTTF = \frac{\text{Total time to failure}}{\text{Number of failure}} \quad (2-9)$$

(Revitasaki, 2015)

2. MTTR

Perhitungan nilai MTTR menggunakan persamaan (2-10) sebagai berikut:

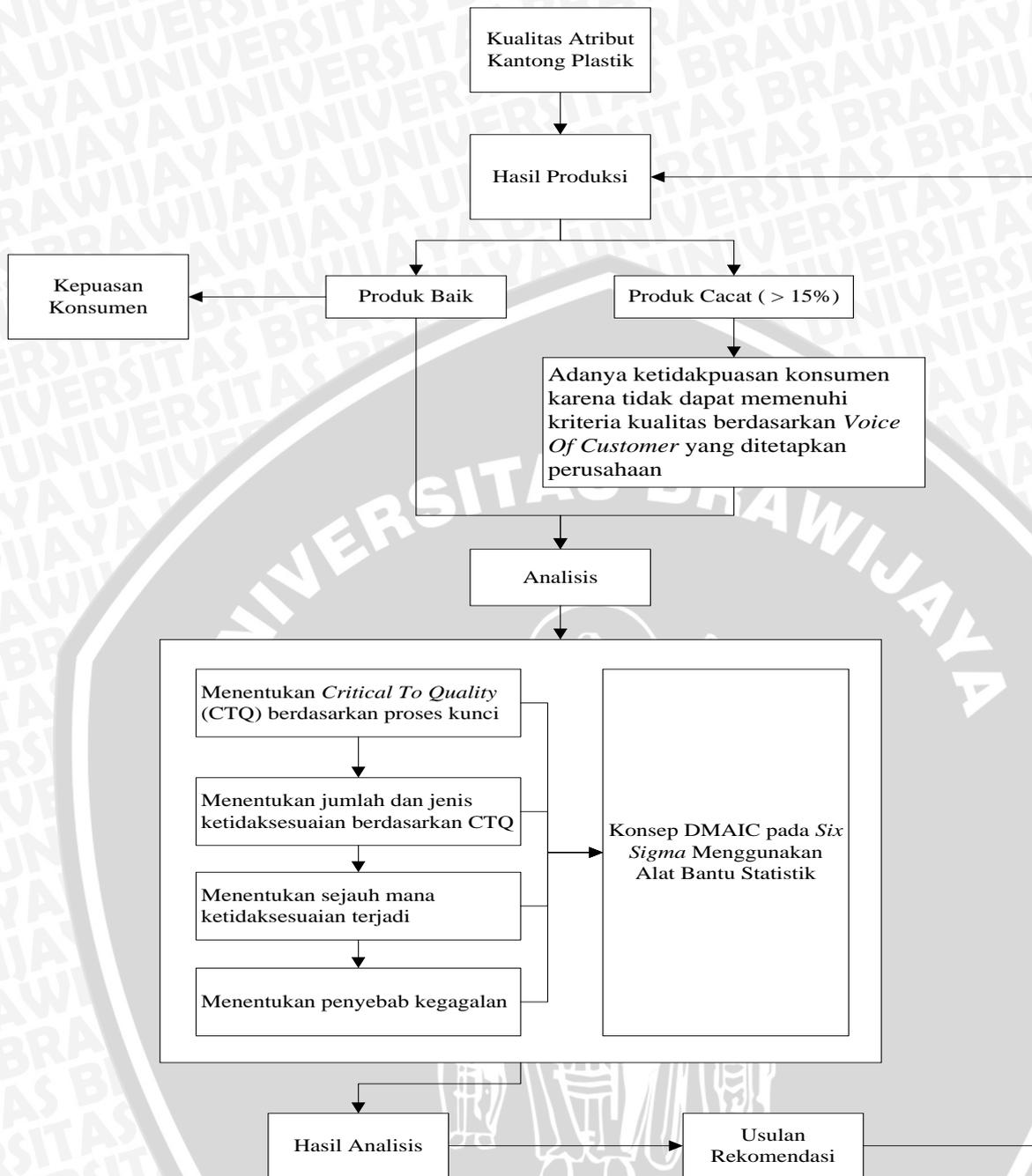
$$MTTR = \frac{\text{Total repair time}}{\text{Number of repair}} \quad (2-10)$$

(Revitasaki, 2015)

2.8 Kerangka Pemikiran Teoritis

Kerangka pemikiran yang digunakan dalam penelitian ini untuk menggambarkan bagaimana pengendalian kualitas yang dilakukan secara statistik dapat bermanfaat dalam menganalisis tingkat kecacatan produk yang melebihi batas toleransi yang ditetapkan oleh PT Flamboyan Jaya, serta mengidentifikasi penyebab hal tersebut untuk kemudian ditelusuri solusi penyelesaian masalah tersebut sehingga menghasilkan usulan/rekomendasi perbaikan di masa mendatang. Berdasarkan tinjauan landasan teori dan penelitian terdahulu, maka dapat disusun kerangka pemikiran dalam penelitian ini, seperti tersaji dalam Gambar 2.4 berikut.





Gambar 2.4 Kerangka Pemikiran Teoritis Pemasalahan